

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Juni 2002 (13.06.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/47183 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: H01L 51/40.
B29C 37/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/04611

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. Dezember 2001 (07.12.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 61 297.0 8. Dezember 2000 (08.12.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BERNDS, Adolf
[DE/DE]; Adalbert-Stifter-Str. 11, 91083 Baiersdorf
(DE). CLEMENS, Wolfgang [DE/DE]; Kornstr. 5, 90617
Puschendorf (DE). HARING, Peter [DE/DE]; Bahnhofstr.
162, 52146 Würselen (DE). KURZ, Heinrich [AT/DE];
II. Rote Haag Weg 1 b, 52076 Aachen (DE). VRATZOV,
Borislav [BG/DE]; Wirichsbongardstr. 24, 52062 Aachen
(DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

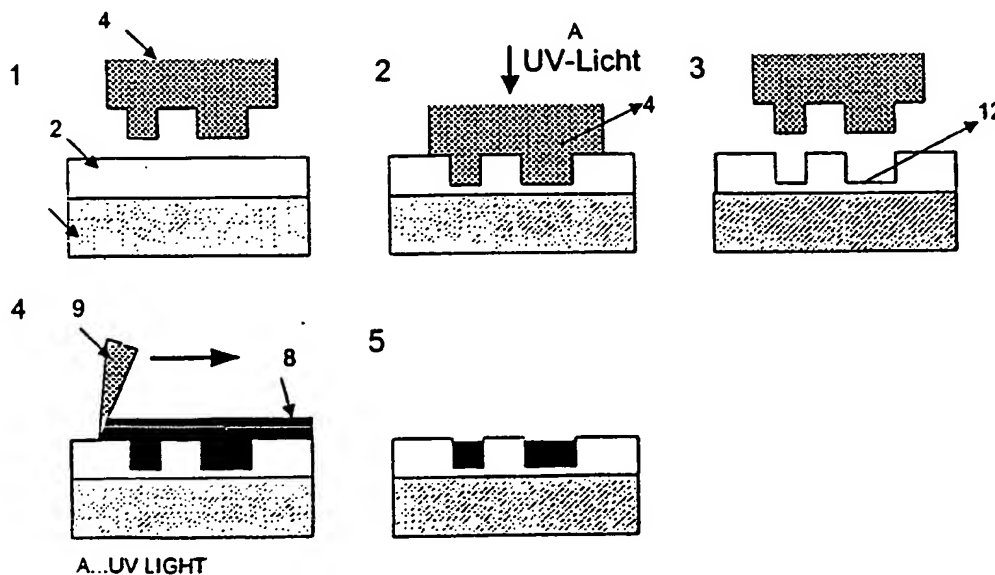
(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ORGANIC FIELD-EFFECT TRANSISTOR. METHOD FOR STRUCTURING AN OFET AND INTEGRATED CIR-
CUIT

(54) Bezeichnung: ORGANISCHER FELD-EFFEKT-TRANSISTOR. VERFAHREN ZUR STUKTURIERUNG EINES OFETS
UND INTEGRIERTE SCHALTUNG



A...UV LIGHT

(57) Abstract: The invention relates to an organic field-effect transistor, to a method for structuring an OFET and to an integrated circuit with improved structuring of the functional polymer layers. The improved structuring is obtained by introducing, using a doctor blade, the functional polymer in the mold layer in which recesses are initially produced by imprinting.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY

WO 02/47183 A1

Beschreibung

Organischer Feld-Effekt-Transistor, Verfahren zur Strukturierung eines OFETs und integrierte Schaltung

5

Die Erfindung betrifft einen Organischen Feld-Effekt-Transistor, ein Verfahren zur Strukturierung eines OFETs und eine integrierte Schaltung mit verbesserter Strukturierung der Funktionspolymerschichten.

10

Organische integrierte Schaltkreise (integrated plastic circuits) auf der Basis von OFETs werden für mikroelektronische Massenanwendungen und Wegwerf-Produkte wie Identifikations- und Produkt-„tags“ gebraucht. Ein „tag“ ist z.B. ein elektronischer Streifencode, wie er auf Waren angebracht wird oder auf Koffern. OFETs haben ein weites Einsatzgebiet als RFID-tags: radio frequency identification - tags, die nicht nur auf der Oberfläche angeordnet sein müssen. Bei OFETs für diese Anwendungen kann auf das exzellente Betriebsverhalten der Silizium-Technologie verzichtet werden, aber dafür sollten niedrige Herstellungskosten und mechanische Flexibilität gewährleistet sein. Die Bauteile wie z.B. elektronische Strichkodierungen, sind typischerweise Einwegeprodukte und sind wirtschaftlich nur interessant, wenn sie in preiswerten Prozessen hergestellt werden.

25

Bisher wird, wegen der Herstellungskosten, nur die Leerschicht des OFETs strukturiert. Die Strukturierung kann nur über einen zweistufigen Prozess („Lithographiemethode“ vgl. dazu Applied Physics Letters 73(1), 1998, S.108.110 und Mol.Cryst.Liq. Cryst. 189, 1990, S.221-225) mit zunächst vollflächiger Beschichtung und darauffolgender Strukturierung, die zudem materialspezifisch ist, bewerkstelligt werden. Mit „Materialspezifität“ ist gemeint, dass der beschriebene Prozess mit den genannten photochemischen Komponenten einzig an dem leitfähigen organischen Material Polyanilin funktioniert. Ein anderes leitfähiges organisches Material, z.B. Polypyr-

35

Rakeln von zumindest einem Funktionspolymer in eine Negativ-Form. Schließlich ist Gegenstand der Erfindung eine integrierte Schaltung, die zumindest einen OFET, der zumindest eine strukturierte Leiterschicht und eine weitere strukturierte Schicht hat, umfasst.

- Als Negativ-Form wird eine strukturierte Schicht oder ein Teil einer strukturierten Schicht bezeichnet, die Vertiefungen enthält, in die das Funktionspolymer, das z.B. eine Elektrode eines OFETs oder eine Halbleiter- oder eine Isolatorschicht bildet, durch Rakeln eingefüllt wird.

Das Verfahren umfasst folgende Arbeitsschritte:

- a) auf einem Substrat oder einer unteren Schicht wird eine, ggf. vollflächige Formschicht, die nicht auf den Bereich, der strukturiert werden soll beschränkt sein muss, aufgebracht. Diese Formschicht ist nicht das Funktionspolymer (also halbleitende, leitende oder isolierende Schicht), sondern ein anderes organisches Material, das als Form oder Klischee für die leitende organische Elektroden-schicht dient. Dieses andere organische Material sollte isolierende Eigenschaften haben.
- b) die Formschicht erhält durch Imprinting (Eindrücken eines Stempelabdrucks mit nachfolgender Aushärtung durch Belichten) Vertiefungen, die den Strukturen entsprechen,
- c) in diese Vertiefungen wird dann das Funktionspolymer flüssig, als Lösung und/oder als Schmelze hineingerakelt.

Die Negativ-Form der Struktur auf der Formschicht kann durch die Imprintmethode, die eine auf dem Gebiet der elektronischen und mikroelektronischen Bauteile ausgereifte Technik darstellt, auf dem Substrat oder einer unteren Schicht erzeugt werden. Das Material der Negativ-Form kann ein UV-härtender Lack sein, der nach Imprinting und Belichten Vertiefungen besitzt.

In der Regel kann man die Funktionspolymere weitgehend in ihrer optimalen Konsistenz belassen. So besitzt z.B. Polyanilin als leitfähiges organisches Material bei optimaler Leitfähigkeit eine bestimmte Viskosität. Wenn Polyanilin beispielsweise gedruckt werden soll und nicht eingerakelt, so muss seine Viskosität auf einen der Druckmethode angepassten Wert eingestellt werden. Das bedeutet meistens Einbusse der Leitfähigkeit. Für das Rakeln ist die Viskositätsspanne ungleich größer als für das Drucken, so dass in aller Regel keine Viskositätsänderungen am organischen Material vorgenommen werden müssen.

Schließlich ist ein Vorteil der Rakelmethode die Fähigkeit zu dicken Schichten. So ist z.B. die Leitfähigkeit von 1 μm dicken Polymerelektroden effektiv höher als bei üblicherweise 0,2 μm Schichtdicke. Ein OFET mit einer Schichtdicke im Bereich von bis zu 1 μm , insbesondere im Bereich von 0,3 bis 0,7 μm ist deshalb vorteilhaft.

Als „Funktionspolymer“ wird hier jedes organische, metallorganische und/oder anorganische Material bezeichnet, das funktionell am Aufbau eines OFET und/oder einer integrierten Schaltung aus mehreren OFETs beteiligt ist. Dazu zählen beispielsweise die leitende Komponente (z.B. Polyanilin), die eine Elektrode bildet, die halbleitende Komponente, die die Schicht zwischen den Elektroden bildet und die isolierende Komponente. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Bezeichnung „Funktionspolymer“ demnach auch nicht polymere Komponenten, wie z.B. oligomere Verbindungen, umfasst.

Als „organisch“ wird hier kurz alles, was „auf organischem Material basiert“ bezeichnet, wobei der Begriff „organisches Material“ alle Arten von organischen, metallorganischen und/oder anorganischen Kunststoffen, die im Englischen z.B. mit „plastics“ bezeichnet werden, umfasst. Es handelt sich um alle Arten von Stoffen mit Ausnahme der klassischen Halbleiter (Germanium, Silizium) und der typischen metallischen Lei-

fertigen OFET das Funktionspolymer 8 die Vertiefungen 12 der Formschicht 2 ausfüllt.

Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsform des Verfahrens im kontinuierlichen Prozess oder kontinuierlichen Rollendruck. Zu sehen ist das Band aus Substrat oder unterer Schicht 1 mit dem Formpolymer 2, das ein UV-härtbarer, aber auch ein thermisch härtpbarer Lack sein kann. Dieses Band wird nun von links nach rechts, wie durch den Pfeil 13 angedeutet, entlang mehrerer Andruckrollen 10 verschiedenen Arbeitsschritten unterworfen. Zunächst passiert es das Schattenblech 3, mit dem das noch nicht gehärtete Formpolymer 2 gegen Bestrahlung geschützt wird. Danach werden in das Formpolymer 2 mit Hilfe der Stempelrolle 4 Vertiefungen eingeprägt, die mit der in der Stempelrolle 4 integrierten UV-Lampe 5 gleich angehärtet werden. Die von 5 ausgehende Pfeilrichtung zeigt die Richtung des Lichtkegels, der von 5 ausgestrahlt wird, an. Das mit Vertiefungen 12 in der Formschicht 2 versehene Band zieht dann unter einer UV-Lampe oder Heizung 6 zur Nachhärtung vorbei, so dass ein strukturierter Lack 7 entsteht. In den strukturierten Lack 7 mit den Vertiefungen 12 wird dann mit dem Rakel 9 das Funktionspolymer 8 eingerakelt, so dass die fertige Struktur 11 entsteht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, bei dem die Formschicht nach der Strukturierung entfernt wird.

5 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, bei dem zumindest zweimal das Funktionspolymer in die Vertiefungen der Formschicht eingerakelt wird.

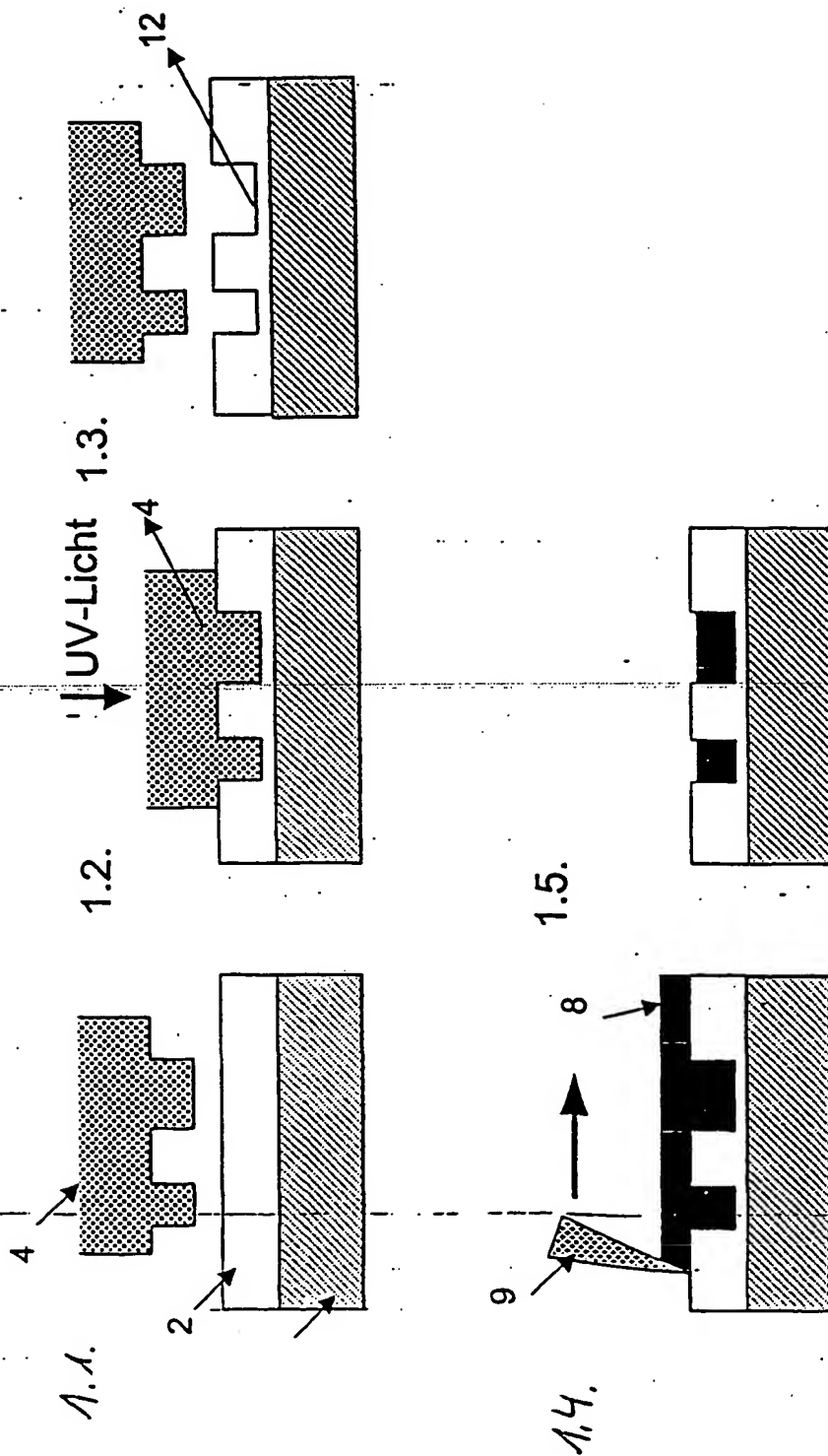
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, bei dem die Vertiefungen in der Formschicht durch Imprinting erzeugt werden.
10

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, das als kontinuierliches Verfahren mit einem durchlaufenden Band durchgeführt wird.

1/2

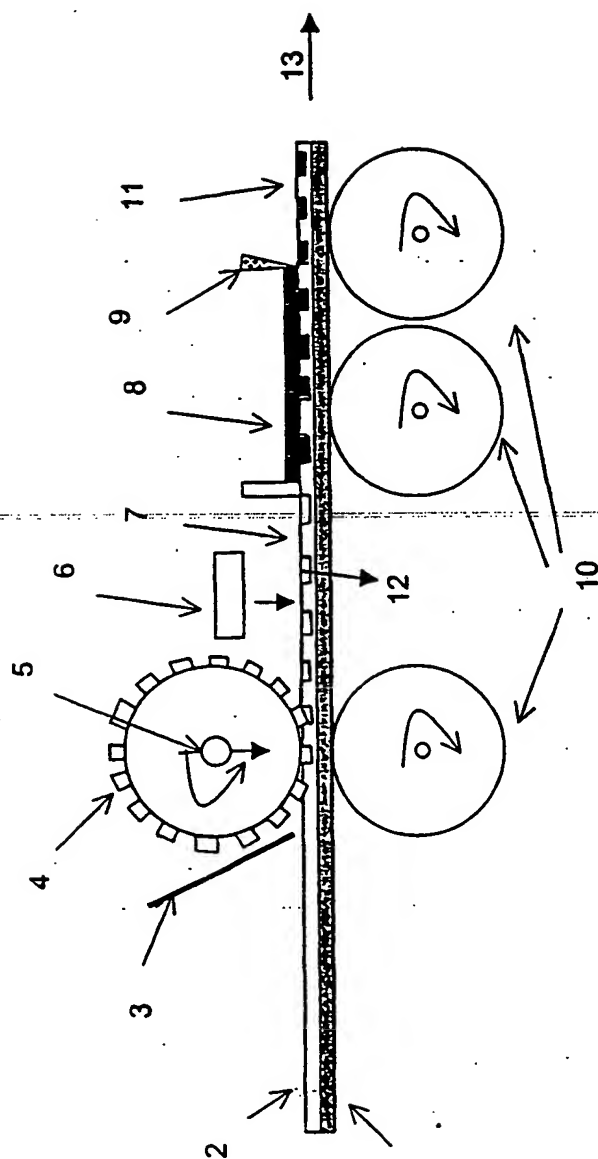
200019494

Figur 1)



200019494

Figur 2)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 01/04611

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H01L51/40 B29C37/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | DE 198 51 703 A (INST HALBLEITERPHYSIK GMBH) 4 May 2000 (2000-05-04) | 1,4 |
| Y | column 1, line 31 - line 63; figure 3 | 2,3,5-10 |
| Y | EP 0 962 984 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 8 December 1999 (1999-12-08) the whole document | 2,3,5-10 |
| Y | ROGERS J A ET AL: "PRINTING PROCESS SUITABLE FOR REEL-TO-REEL PRODUCTION OF HIGH-PERFORMANCE ORGANIC TRANSISTORS AND CIRCUITS" ADVANCED MATERIALS; VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, vol. 11, no. 9, 5 July 1999 (1999-07-05), pages 741-745, XP000851834 ISSN: 0935-9648 page 741, column 1, line 8 - line 31 | 2,3,5-10 |
| | —/— | |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

*** Special categories of cited documents:**

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

S document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 April 2002

Date of mailing of the international search report

23/04/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pusch, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/04611

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 19851703 | A | 04-05-2000 | DE 19851703 A1 | 04-05-2000 |
| EP 0962984 | A | 08-12-1999 | EP 0962984 A2 | 08-12-1999 |
| | | | JP 2000029403 A | 28-01-2000 |
| | | | TW 410478 B | 01-11-2000 |
| | | | US 6150668 A | 21-11-2000 |
| WO 0219443 | A | 07-03-2002 | DE 10043204 A1 | 04-04-2002 |
| | | | WO 0219443 A1 | 07-03-2002 |
| WO 0079617 | A | 28-12-2000 | AU 5549600 A | 09-01-2001 |
| | | | EP 1192676 A1 | 03-04-2002 |
| | | | WO 0079617 A1 | 28-12-2000 |

PCT/DE 01/04611

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die der Anmelder beantragt hat

Internationales Abkürzungszeichen

PCT/DE 01/04611

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 19851703 | A | 04-05-2000 | DE 19851703 A1 | 04-05-2000 |
| EP 0962984 | A | 08-12-1999 | EP 0962984 A2 | 08-12-1999 |
| | | | JP 2000029403 A | 28-01-2000 |
| | | | TW 410478 B | 01-11-2000 |
| | | | US 6150668 A | 21-11-2000 |
| WO 0219443 | A | 07-03-2002 | DE 10043204 A1 | 04-04-2002 |
| | | | WO 0219443 A1 | 07-03-2002 |
| WO 0079617 | A | 28-12-2000 | AU 5549600 A | 09-01-2001 |
| | | | EP 1192676 A1 | 03-04-2002 |
| | | | WO 0079617 A1 | 28-12-2000 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.